

УДК 004.274

ЭВОЛЮЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ: ПЕРЕХОД К АДАПТИВНЫМ РЕШЕНИЯМ

Сигачева К.А.¹, студент гр.44, IV курс, Сигачева М.А.², студент гр. бПГС-221, III курс

Научный руководитель: Пахомова Ю.А.³, к.э.н., доцент

¹Курский государственный университет, г. Курск

²Воронежский государственный университет, г. Воронеж

³Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации
г. Москва

В современном мире все большее значение приобретает адаптивная архитектура – подход, заключающийся в проектировании зданий, способных гибко реагировать на изменения окружающей среды. Эта концепция имеет давнюю историю: еще в древности люди строили сооружения, учитывающие климатические особенности. Из пустынных палаток бедуинов и монгольских юрт до футуристических проектов «Аркигрэм». Адаптивная архитектура отличается рядом уникальных характеристик: рациональным использованием энергии, функциональностью, потенциалом использования портативных, модульных, разборных, изменяемых конструкций и т.д. [1].

В наши дни адаптивная архитектура представляет собой комплексный и разносторонний подход, интегрирующий в себе строительное проектирование, дизайн-концепции, ландшафтную архитектуру, а также инновационные инженерные и конструктивные разработки. Интерес к ней растет во всем мире, что обусловлено уникальными характеристиками: энергоэффективностью, практичностью, возможностью использования портативных, сборных, динамичных конструкций. Развитие технологий и появление новых материалов открывают новые горизонты для архитектуры, позволяя создавать уникальные объекты, отвечающие меняющимся потребностям общества.

Архитекторы стремятся интегрировать архитектуру в окружающую среду, рассматривая ее как динамичный и адаптивный элемент. «Поэтому во многих инновационных фасадных решениях внедряются механизмы работы, физические и биологические свойства объектов живой и неживой природы» [2].

Современные технологии фасадов зданий постоянно совершенствуются, стремясь к энергоэффективности и созданию комфортных условий микроклимата внутри помещений. Адаптивные фасадные решения позволяют изменять различные параметры, такие как геометрия, структура, оттенок, светопроницаемость, вентиляция и другие характеристики. Эти изменения происходят динамически, учитывая факторы внешней среды, такие как время суток и сезонные колебания, а также принимая во внимание режим использования

здания и характер деятельности людей внутри здания. Фасадные оболочки подстраиваются под окружающие условия, оптимизируя потребление энергии и создавая благоприятный микроклимат.

Адаптивные фасадные системы и оболочки призваны решать ключевые технические задачи, направленные на оптимизацию микроклимата в помещениях. Их главная цель – создание наиболее благоприятной среды для людей. Это реализуется путем:

- управления и корректировки температурного режима в помещении, предотвращая чрезмерное повышение или понижение температуры;
- создания оптимального баланса естественного света, сокращение применения искусственного освещения и уменьшение расхода электроэнергии;
- поддержание оптимальной влажности воздуха, что способствует созданию комфортной атмосферы;
- защиты от неблагоприятных погодных условий, таких как ветер, дождь и снег;
- снижения затрат на отопление и кондиционирование, повышения энергоэффективности здания.

Регулирование микроклимата в помещениях обеспечивается благодаря применению адаптивных компонентов в составе внешних конструкций зданий. Эти элементы, изменяя свою конфигурацию, регулируют поступление солнечного света, тепла и воздушных потоков внутрь. Кроме того, они влияют на характеристики фасадных материалов, такие как их прозрачность, теплопередача и воздухопроницаемость. «В зависимости от используемых технологий, материалов и внешних условий, адаптивные конструкции могут самостоятельно обеспечивать необходимый микроклимат или работать в связке с традиционными системами. В любом случае адаптивные фасадные системы способствуют снижению энергозатрат на регулирование микроклимата в здании» [3].

Благодаря умению приспосабливаться и модифицировать свои свойства, материалы и системы можно классифицировать, опираясь на вид применяемого преобразования:

- материалы и конструкции, включающие в себя элементы, способные к механическому движению;
- материалы, чьи характеристики модифицируются под воздействием внешних условий.

Новейшие технологические разработки позволяют проектировать здания с фасадными комплексами, которые могут самостоятельно управлять характеристиками внутреннего пространства. Это включает в себя корректировку освещения, температуры, влажности и прочих параметров, ориентированную на достижение максимального комфорта для людей внутри. Такие конструкции наделены способностью к саморегулированию, что дает им возможность работать как сложная экологическая система, чувствительно реагирующая на колебания внешней среды и адаптирующаяся к ним.

Облик здания Университета Южной Дании в Кольдинге демонстрирует инновационный подход к управлению дневным светом, динамично подстраиваясь под изменения температуры и яркости солнца (рис.1). Динамичные солнцезащитные экраны, имеющие форму треугольников, оснащены специализированными датчиками для точного реагирования.

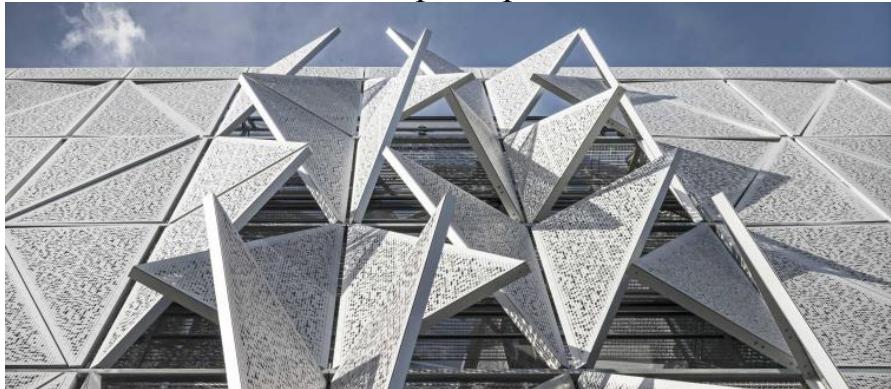


Рис.1. Фрагмент фасадной системы кампуса университета, Кольдинг, Южная Дания (арх. бюро Henning Larsen Architects)

Солнцезащитные панели в форме треугольников, подвижные и оснащенные сенсорами, автоматически регулируют уровень освещения. Эти датчики позволяют им изменять угол наклона, полностью блокируя солнечный свет, распахивая окна или создавая частичное затенение. Такая система позволяет эффективно предотвращать перегрев помещений внутреннего пространства здания [4].



Рис.2. Фрагмент фасадной системы Keiefer Technic Showroom, Бад-Глайхенберг, Австрия (арх. бюро Giselbrecht+Partner ZT GmbH)

В альтернативном варианте, передвижение осуществляется посредством электромоторов. Они обеспечивают независимое перемещение металлических панелей фасада, аналогично зданию Keiefer Technic Showroom (рис.2). Это дает возможность сотрудникам самостоятельно контролировать климат и уровень освещения в рабочих помещениях [5].

Примером адаптивной кинетической конструкции служит «Quadrant House» (рис. 3), где ключевой особенностью является подвижная терраса, соединяющая пространство гостиной комнаты и спальню.



Рис.3. Жилой дом «Quadrant House»,
Варшава, Польша (арх. бюро KWK Promes+арх. Роберт Конечны)

Передвижная терраса жилого здания перемещается по направляющим между двумя перпендикулярно расположенными пространствами: залом для приема гостей и приватной зоной отдыха. Жильцы имеют возможность самостоятельно перемещать террасу к желаемой комнате, используя ручное управление [6]. Движение террасы, как по траектории, так и по скорости, синхронизировано с перемещением солнца. Автоматизированная система управления оснащена датчиками, отслеживающими изменения окружающей среды, а также продвинутыми датчиками безопасности. В случае столкновения с препятствием конструкция немедленно останавливается, что обеспечивает безопасность её использования.

Исходя из рабочего механизма, обусловленного физическими характеристиками, адаптивные материалы и системы подразделяются два основных типа: пассивные и активные.

Принципы пассивной адаптации базируются на использовании естественных физических процессов. Основа их работы строится на применении характеристик веществ, например, размеров, способности впитывать влагу или теплового увеличения, которые преобразуются под влиянием окружающей среды, в частности, температуры, уровня влажности, воздушных потоков и солнечного излучения. Механизм трансформации, обусловленный природными факторами, принимается во внимание при разработке внешних конструкций зданий с применением физических закономерностей. Подобные системы не требуют внешней энергии для своей работы и рассматриваются как наиболее экологически безопасные. Их работа основана исключительно на использовании энергии окружающей среды.

В качестве иллюстрации пассивного приспособления примером может стать металлическая конструкция, спроектированную американским архитектором Дорис Ким Санг (рис. 4). Эта структура, меняющая свою форму в зависимости от условий, состоит из металлических пластов, обладающих разной величиной теплового расширения. Возрастание температуры заставляет отдельные элементы расширяться сильнее других, что приводит к появлению небольших проемов на поверхности. Это обеспечивает естественное провет-

ривание и создает заслон от прямого солнечного света. В результате достигается эффект охлаждения без применения активных устройств.

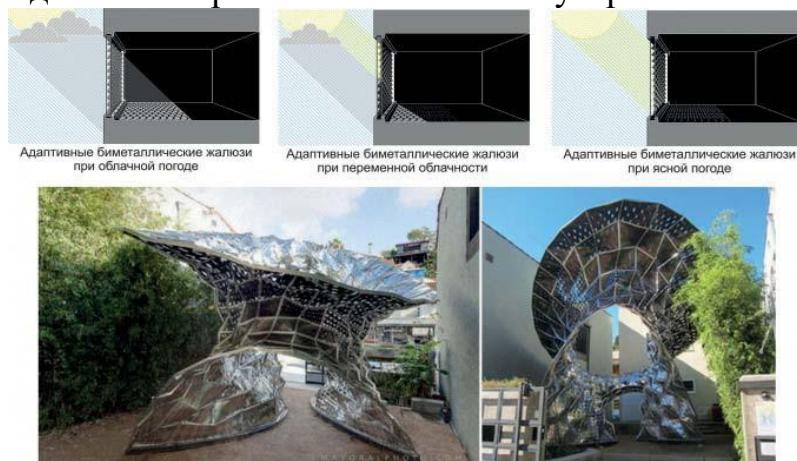


Рис.4. Адаптивная биметаллическая оболочка; инсталляция «Bloom»,
Лос-Анджелес, США (арх. Doris Kim Sung)

Автор также продемонстрировала инсталляцию «Bloom», состоящую из 14 000 металлических компонентов с различными коэффициентами теплового расширения. При повышении температуры эти части изменяют свою форму, скручиваясь в спирали, а когда температура падает, они возвращаются к своей первоначальной плоской конфигурации.

Такое решение позволяет снизить потребность в использовании систем кондиционирования воздуха. Оболочка может служить альтернативой традиционным солнцезащитным устройствам, таким как жалюзи и шторы, обеспечивая комфортный микроклимат внутри здания.

Активные системы преобразования функционируют за счет специализированных электромеханических механизмов, приводящих в действие элементы и обеспечивающих их метаморфозу. Контроль над этими системами осуществляется посредством компьютерных программ или напрямую оператором в режиме реального времени. Управляющие алгоритмы способны к эволюции, адаптируясь к изменяющимся задачам трансформации.

В качестве примечательного примера кинетической архитектуры можно привести башню Аль Бахар, находящуюся в Абу-Даби (ОАЭ) (рис. 5). Основной задачей проектировщиков было создание благоприятного температурного режима внутри здания с сокращением применения систем кондиционирования воздуха.



Рис. 5. Кинетическая фасадная система башни Аль Бахар, Абу-Даби, ОАЭ. (арх. бюро REX)

С целью реализации указанной задачи были спроектированы саморегулируемые панели, использующие солнечную энергию в качестве источника питания. Контроль за их перемещением обеспечивается специализированным программным обеспечением. Структура подвижных компонентов дает им возможность подстраиваться под время дня и траекторию солнца, корректируя свое положение в режиме реального времени.

Адаптивная архитектура – это сложная и многогранная сфера, объединяющая разные области знаний и научные изыскания для создания новаторских и экологичных архитектурных проектов. Эти решения призваны отвечать на актуальные проблемы и запросы социума. Интеграция автоматизированного контроля и механизмов самонастройки в архитектурную структуру приводит к возникновению адаптивных качеств. Использование принципов автоматизации и саморегулирования в архитектуре позволяет создавать адаптивные системы. Это, в свою очередь, подталкивает к разработке методик проектирования, ориентированных на создание гибких архитектурных форм, и определяет будущее зданий и сооружений, отличающихся оригинальностью объемно-пространственных решений, визуальной выразительностью и стремлением к созданию привлекательного облика.

Список литературы:

1. Карпова, Т.А. Концепции адаптивной архитектуры на рубеже XX-XXI вв / Т.А. Карпова, Н. Н. Дорофеева // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2017. – №1. – С.612-616.
2. Лунен, Р. Биоадаптивная оболочка зданий / Р. Лунен, А. Хайруллина, Я. Хенсен // Здания высоких технологий. – 2014. – Т. 3, № 3-3. – С. 50-57.
3. Винницкий, М. В. Адаптивные материалы и технологии в современной архитектуре / М. В. Винницкий // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – 2023. – Т.1. – С.325-332.
4. Петрова А. 5 лучших образовательных кампусов в мире: где начинаются инновации // ХАЙТЕК+.RU.URL: <https://hightech.plus/2021/02/20/5-luchshih-obrazovatelnih-kampusov-v-mire-gde-nachinayutsya-innovacii> (дата обращения: 09.03.2025).

5. Точилова Н. Keiefer TecnicnShowroom – здание с динамичным фасадом // ARCHITIME.RU.URL: <https://www.architime.ru/specarch/giselbrecht/14.jpg> (дата обращения: 09.03.2025).

6. Першина, И.Л. К вопросу типологических основ адаптивной архитектуры / И.Л. Першина, А.С. Кузуб // Инновационное проектирование в современном обществе: сборник материалов Международной объединенной научно-практической конференции, Белгород, 21–22 апреля 2024 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2024. – С.122-129.